

# Variable camber turbomachine blade having resilient articulation

**Patent number:** DE69409717T  
**Publication date:** 1998-11-05  
**Inventor:** DELONGE JEAN-CLAUDE (FR); LOUDET CLAUDE JOSEPH AUGUSTE (FR); VERMONT GERARD ROBERT EDMOND R (FR)  
**Applicant:** SNECMA (FR)  
**Classification:**  
- **International:** F01D5/14; F01D5/18; F01D17/16; F01D5/14; F01D5/18; F01D17/00; (IPC1-7): F01D17/16; F01D5/14; F01D5/18  
- **European:** F01D5/14D; F01D5/18G; F01D17/16B  
**Application number:** DE19946009717T 19940706  
**Priority number(s):** FR19930008316 19930707

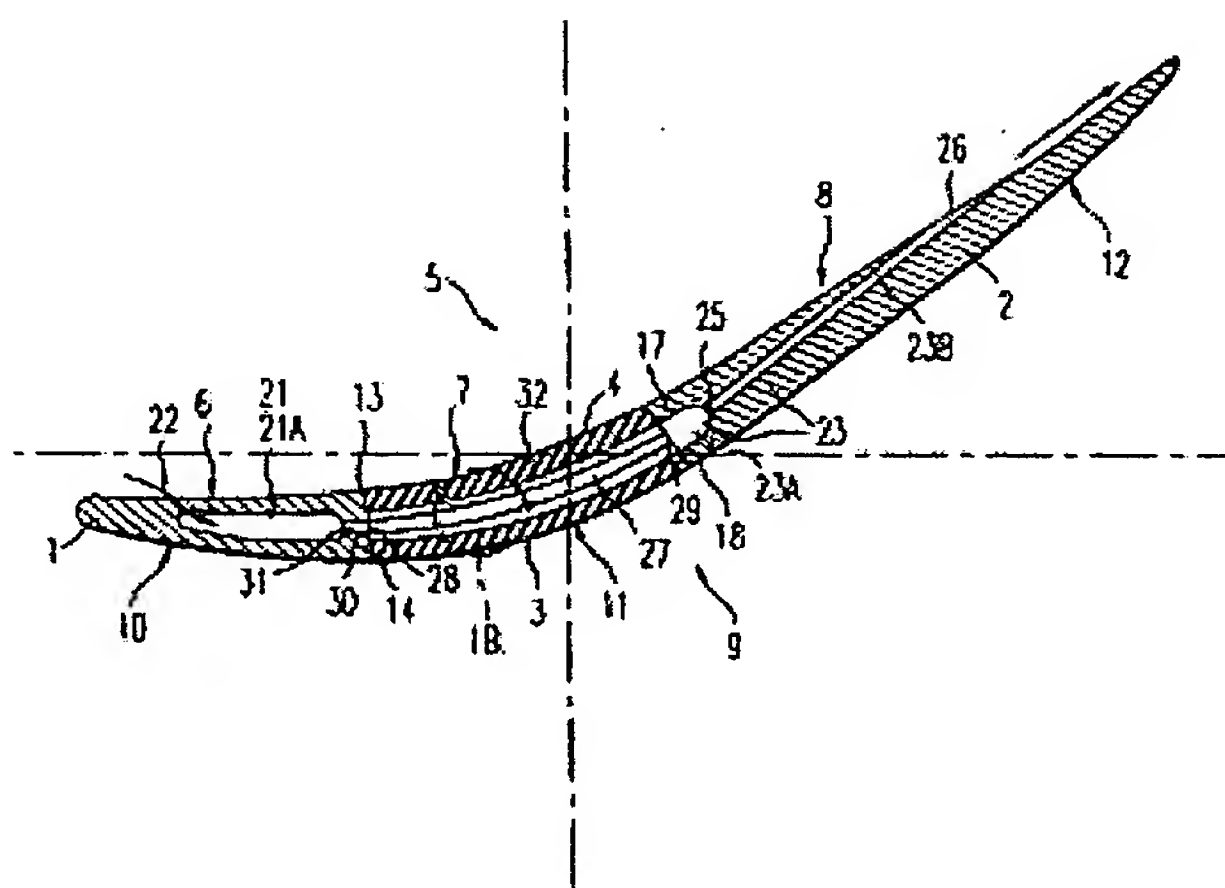
Also published as:

EP0633392 (A1)  
US5472314 (A1)  
FR2707338 (A1)  
EP0633392 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69409717T  
Abstract of corresponding document: **US5472314**

A variable camber vane for a turbomachine comprises leading and trailing edge parts, at least one of which is pivotable relative to the other, and a resilient joining part inserted into a space provided between the leading and trailing edge parts, the joining part being formed by a block of resilient material which is bonded to the leading and trailing edge parts and which ensures the continuity of the intrados and extrados faces of the vane to permit an even flow of fluid along the vane. The vane may also include means for enabling a cooling or heating fluid to flow in the leading and trailing edge parts, and a plurality of ducts in the resilient joining part establishing communication between the fluid flow means of the leading and trailing edge parts.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

zu 5611078



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 633 392 B 1

⑩ DE 694 09 717 T 2

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 01 D 17/16  
F 01 D 5/14  
F 01 D 5/18

D2

- ② Deutsches Aktenzeichen: 694 09 717.9
- ⑥ Europäisches Aktenzeichen: 94 401 550.2
- ⑥ Europäischer Anmeldetag: 6. 7. 94
- ⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 11. 1. 95
- ⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 22. 4. 98
- ⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 5. 11. 98

- ③ Unionspriorität:  
9308316 07. 07. 93 FR
- ⑦ Patentinhaber:  
Société Nationale d'Etude et de Construction de  
Moteurs d'Aviation (S.N.E.C.M.A.), Paris, FR
- ⑦ Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München
- ⑧ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

- ⑦ Erfinder:  
Delonge, Jean-Claude, F-91100 Corbeil Essonnes,  
FR; Loudet, Claude Joseph Auguste, F-77950  
Maincy, FR; Vermont, Gerard Robert Edmond Rene,  
F-77170 Coubert, FR

⑤ Turbomaschinenschaufel mit variabler Wölbung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 09 717 T 2

DE 694 09 717 T 2

694 09 717.9-08  
EP 94 401 550.2-2315  
SNECMA

5 Die Erfindung bezieht sich auf Schaufeln mit variabler Krümmung, die in Turbomaschinen und insbesondere in Turbomotoren für Luftfahrzeuge verwendet werden.

Um die Leistungsfähigkeit einer Turbomaschine zu verbessern, die in verschiedenen Drehzahlbereichen arbeiten kann, ist es üblich, die Neigung mancher Schaufeln abhängig von dem Drehzahlbereich der Turbomaschine zu ändern. In einer weiter fortgeschrittenen  
10 Technologie wird auch die Krümmung gewisser Schaufeln abhängig von dem Drehzahlbereich der Turbomaschine verändert. Dieser Typ an Schaufeln mit variabler Krümmung weist im allgemeinen einen vorderen Bereich, der Eintrittsrand (Eintrittskante) genannt wird, und einen hinteren Bereich auf, der Austrittsrand (Austrittskante) genannt wird, wobei der Eintrittsrand und der Austrittsrand zueinander beweglich angelenkt sind.

15

Es sind Schaufeln mit variabler Krümmung bekannt, die einen festen Eintrittsrand und einen beweglichen Austrittsrand aufweisen. Das Patent EP 0 274 293 beschreibt ein Beispiel bezüglich einer Lufteintritts-Leitschaufel, bei der der Eintrittsrand auch eine Strebe bildet, die die Verbindung zwischen dem Lufteintrittsgehäuse einer Turbomaschine  
20 eines Luftfahrzeugs und seiner Nabe gewährleistet.

Es sind auch Schaufeln mit variabler Krümmung bekannt, deren Eintrittsrand schwenkbar und deren Austrittsrand fest ist, beispielsweise wie es in dem Patent FR 2 325 831 beschrieben ist.

25

Es sind auch Schaufeln mit variabler Krümmung bekannt, deren Eintrittsrand und deren Austrittsrand schwenkbar sind, wie es in der US 4,995,786 beschrieben ist.

Bei diesen drei Typen an Schaufeln wird die Verbesserung der Leistungsfähigkeit, die  
30 durch eine optimale Einstellung der Krümmung der Schaufel erhalten wird, durch Störungen verschlechtert, die in dem Fluid-Ausstrom längs der Querseiten der Schaufel und oberhalb der Anlenkung auftreten. Diese Störungen stammen einerseits von dem freigelassenen Raum im Bereich der Anlenkung zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand, sowie von der Unterbrechung der Querseiten der Schaufel auf der Höhe der  
35 Anlenkung, d.h. aus der plötzlichen Änderung der Richtung der Tangente an diesen Oberflächen in der Richtung des Fluid-Stroms.

Um diesem Nachteil abzuhelpfen, schlägt das Patent EP 0 223 194 eine Membran aus einem Elastomer- oder einem anderen Material auf jeder Fläche der Schaufel in der Nähe der Anlenkung vor. Diese Lösung verhindert, daß die Luft in den Raum zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand eindringt, aber es besteht weiterhin eine Unterbrechung der Kontinuität der Querseiten der Schaufel in der Nähe der Anlenkung.

Um eine Schaufel zu kühlen, oder auch um sie zu erwärmen, beispielsweise um Reif zu beseitigen, der sich an der Oberfläche bilden kann, ist es bekannt, ein Kühl- oder Wärme-Fluid im Inneren der Schaufel zirkulieren zu lassen. Dieser Vorgang wird durch das Vorhandensein der Anlenkung zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand kompliziert.

Man kann separat Fluid in dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand einführen. Die Einführung in den festen Teil der Schaufel stellt kein besonderes Problem dar, während die Einführung in den beweglichen Teil der Schaufel einen zweiten Kreislauf erfordert, der beispielsweise durch die Schwenkzapfen hindurchgeht, um die der bewegliche Teil der Schaufel im Gehäuse sich drehen kann. Das Patent FR 2 599 785 beschreibt ein Beispiel.

Man kann auch das Fluid an einer Stelle einspritzen, die der Schaufel angepaßt ist, und im Inneren der Schaufel von dem festen Teil zu dem beweglichen Teil oder umgekehrt das Fluid zirkulieren lassen, man muß allerdings in diesem Fall Fluidverluste aufgrund von Undichtigkeiten im Bereich der Anlenkung in Kauf nehmen. Diese Lösung ist daher schwer anwendbar, wenn Schaufeln am Lufteintritt von Turbomaschinen von Reif befreit werden sollen, beispielsweise solche, wie sie in dem Patent EP 0 274 293 bereits beschrieben wurden. Die heiße Luft zur Reif-Beseitigung muß nämlich an dem Kompressor entnommen werden und die Undichtigkeiten im Bereich der Anlenkung machen eine zusätzliche Entnahme erforderlich, die den Betrieb des Kompressors erschwert.

Im folgenden wird eine häufig verwendete Terminologie zur Bezeichnung der Flanken (Seitenflächen) einer Schaufel verwendet. Die Flanke, die eine Schubkraft auf das zu behandelnde Fluid ausübt oder die eine Schubkraft von diesem ausgeübt erhält ist allgemein konkav und wird durch den Begriff Innenseite (Druckseite) bezeichnet. Die den Innenseiten gegenüberliegende Flanke ist allgemein konvex und wird durch den Begriff Außenseite (Saugseite) bezeichnet.

Aus dem Patent US 3,327,918 ist auch eine Schaufel einer Turbomaschine mit variabler Krümmung bekannt, die einen Eintrittsrand aufweist, der fest mit einer festen Struktur



verbunden ist, einen beweglichen Austrittsrand und ein Mechaniksystem, das eine aerodynamische Kontinuität des Eintrittsrandes mit dem Austrittsrand gewährleistet. Dieses mechanische System weist ein bewegliches konvexes Blatt auf, das die Außenseiten bildet, wobei das flexible Blatt fest mit einem Ende an dem Eintrittsrand und mit dem anderen Ende an dem Austrittsrand verbunden ist, und wobei dieses Blatt auch den Austrittsrand hält. Das mechanische System weist weiterhin zwei konkave Blätter auf, die die Innenseiten bilden, wobei ein erstes Blatt flexibel und fest mit dem Eintrittsrand verbunden ist, während das zweite Blatt steif mit dem Austrittsrand verbunden ist, wobei weiterhin die beiden Blätter sich überlappen und gegeneinander unter Reibung verschiebbar sind. Die Schaufel weist weiterhin einen Mechanismus zum Drehantrieb des Austrittsrandes auf, wobei dieser Antriebsmechanismus ein verschiebbares Element aufweisen muß, da der Austrittsrand durch das Blatt gehalten wird, das die Außenseiten bildet. Eine solche Schaufel weist indessen den Nachteil auf, daß sie mechanisch komplex und fragil ist und die Schmierung der schiebebeweglichen Teile schwer zu gewährleisten ist.

15 Aus der Zusammenfassung des Patents JP 58-93903 ist eine Schaufel mit variabler Krümmung bekannt, die einen Eintrittsrand aufweist, der mit einem Austrittsrand angelenkt ist, ein Doppelblatt, das thermisch verformbar ist und die Außenseite des Eintrittsrandes mit dem des Austrittsrandes verbindet, wobei diese Schaufel auch ein flexibles Blatt aus einem Elastomermaterial aufweist, das die Innenseiten des Eintrittsrandes mit denen des Austrittsrandes verbindet. Eine solche Schaufel weist indessen keinerlei Flexibilität auf, und ihre Anwendung ist auf Fälle beschränkt, bei denen die Krümmung nur von einer einzigen Temperatur abhängt.

25 Um einen regelmäßigen Fluß des Fluids längs der Flanken einer Schaufel mit variabler Krümmung zu erhalten, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, einen ausreichenden Raum zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand der Schaufel zu lassen, und in diesem Raum eine elastische Monoblock-Verbindung, d.h. eine einstückige Verbindung vorzusehen, deren eine Flanke in der Verlängerung der Flanken des Eintrittsrandes und des Austrittsrandes liegt, die die Innenseiten definieren, und deren andere Flanke in der Verlängerung der Flanke des Austrittsrandes und des Eintrittsrandes liegen, die die Außenseiten definieren, wobei der genannte Block die Dicke der Schaufel an der Stelle der elastischen Verbindung aufweist.

35 Diese elastische Verbindung wird vorne durch den Eintrittsrand und hinten durch den Austrittsrand begrenzt. Sie füllt den Raum, der zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand freigelassen ist. Sie ist fest an einer Seite mit dem Eintrittsrand und an der

gegenüberliegenden Seite mit dem Austrittsrand insbesondere durch eine Klebeverbindung verbunden.

5 Der Eintrittsrand und der Austrittsrand weisen jeweils eine interne Kreislaufvorrichtung für Fluid auf, und die elastische Verbindung weist mehrere durch sie hindurchgehende Leitungen auf, wobei diese Leitungen die internen Fluid-Kreislaufeinrichtungen verbinden. Diese Vorrichtung ermöglicht es, ein Fluid zur Kühlung oder ebensogut ein Fluid zur Erwärmung beispielsweise zur Entreifung der Schaufel im Inneren der Schaufel zirkulieren zu lassen.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsart ist die Fluid-Kreislaufeinrichtung in dem Eintrittsrand der Schaufel ein länglicher Hohlraum, der sich auf der gesamten Höhe des Eintrittsrands oder nur zu einem Teil davon erstreckt.

15

Dieser Hohlraum kann indessen den Eintrittsrand schwächen, wenn er an die elastische Verbindung angrenzt. Daher wird bevorzugt, diesen Eintrittsrand durch eine Zwischenwand zu verstärken, die die Wände, die die Flanke der Außenseiten und die Flanke der Innenseiten des genannten Eintrittsrands bilden. Diese Zwischenwand ist zwischen dem Hohlraum und der elastischen Verbindung vorgesehen. Durch die Zwischenwand gehen ebenso Ausnehmungen hindurch, die fluchtend mit den Leitungen vorgesehen sind, die durch die elastische Verbindung hindurchgehen, um das Zirkulieren des Fluids zwischen dem Eintrittsrand und der elastischen Verbindung zu gewährleisten.

20

Dadurch, daß der Austrittsrand allgemein dünner und länger als der Eintrittsrand ist, weisen die Fluid-Zirkulationseinrichtungen in dem Austrittsrand einen Hohlraum auf, der die Rolle eines Sammelraums aufweist, in dem die Leitungen münden, die durch die elastische Verbindung hindurchgehen. Diese Einrichtung zur Zirkulation des Fluids weist weiterhin mehrere Leitungen auf, die an ihrem einen Ende in dem Sammelraum und an ihrem anderen Ende an der Flanke des Austrittsrands enden, die die Außenseite festlegt.

25

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsart ist der Eintrittsrand fest, der Austrittsrand ist schwenkbar und das Fluid zur Kühlung oder zur Erwärmung wird in der Fluid-Zirkulationseinrichtung des Eintrittsrands eingeführt.

35

Bei dieser Vorrichtung geht das eingeführte Fluid in die Fluid-Zirkulationseinrichtung des Eintrittsrands, geht durch die elastische Verbindung durch deren viele Leitungen hindurch, vermischt sich in dem Sammelraum, teilt sich darauf in den Leitungen des Austrittsrands auf und verläßt die Schaufel durch die Innenseiten in der Nähe des Endes des

Austrittsrand. Das Fluid zur Kühlung oder zur Erwärmung übt somit eine homogene thermische Wirkung auf den Eintrittsrand, auf die elastische Verbindung und auf den Austrittsrand der Schaufel auf.

- 5 Die Klebeverbindung, die zwischen der elastischen Verbindung und dem Eintrittsrand bzw. dem Austrittsrand gebildet ist, gewährleistet einen perfekten kontinuierlichen Übergang der Querseiten des Eintrittsrandes, der elastischen Verbindung und des Austrittsrandes, und gewährleistet weiterhin eine gute Dichtung zwischen der elastischen Verbindung und den Fluid-Zirkulationseinrichtungen des Eintrittsrandes und des
- 10 Austrittsrandes.

Ein Vorteil der Erfindung ist es, daß die Effizienz des Erwärmungs- oder Kühlvorgangs der Schaufeln durch das Einspritzen eines Fluids in die Hohlräume der Schaufel, die dazu vorgesehen sind, verbessert werden kann, da sich die Zirkulation dieses Fluids zwischen

15 dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand aufgrund des Vorliegens der elastischen Verbindung, die den Eintrittsrand mit dem Austrittsrand verbindet, in einem dichten Kreislauf abspielt.

Beispielsweise in dem Fall einer Lufteintritts-Leitschaufel kann die Heißluft, die zur

20 Entreifung dieser Schaufel verwendet werden kann, mit einer Temperatur zwischen 400°C und 200°C eingebracht werden. Diese Heißluft, die gewöhnlich in den Bereichen mit hohem Druck des Kompressors entnommen wird, kann gemäß der Erfindung in den Bereichen mit niedrigerem Druck entnommen werden, was die Leistungsfähigkeit des Kompressors weniger beeinträchtigt.

25 Die Schaufel, die Gegenstand der Erfindung ist, ist auch gegenüber Reifbildung weniger empfindlich, was ihre Verwendung in Situationen, wo sich dieses Problem stellt, interessanter macht, beispielsweise im Bereich der ersten Stufe des Kompressors der Turbomaschine, wenn sie Winterungseinflüssen ausgesetzt ist.

30 In den herkömmlichen Schaufeln mit variabler Krümmung haben nämlich die Störungen des Luftstroms im Bereich der Anlenkung die Auswirkung, die Ablagerung von Reif in dem angelenkten Bereich der Schaufel zu begünstigen. Gemäß der Erfindung werden die Störungen des Luftstroms neutralisiert und die Reifablagerung wird daher verringert.

35 Diese Verringerung der Reifablagerung wird noch dadurch verstärkt, daß die elastische Verbindung die Auflösung und das Ablösen der steifen Reifschicht begünstigt, die sich gerne an den Oberseiten der Schaufel bildet.

Die Erfindung wird besser beziehend auf die begleitenden Figuren und einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verstanden, das auf eine Lufteintritts-Leitschaufel einer Turbomaschine für ein Luftfahrzeug angewandt ist.

5

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht einer Schaufel, die Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, in einer Ebene senkrecht zu der Höhererstreckung der Schaufel.

10

Fig. 2 zeigt eine Profilansicht einer Lufteintritts-Leitschaufel einer Turbomaschine, bei der im Schnitt insbesondere die oberen und die unteren Abschnitte der Schaufel sowie die Anbringung der Schaufel in dem Lufteintrittsgehäuse der Turbomaschine gezeigt sind.

15

Zuerst wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Die Schaufel weist einen vorderen Abschnitt oder einen Eintrittsrand 1, einen hinteren Abschnitt oder einen Austrittsrand 2 sowie eine elastische Monoblock-Verbindung 3 auf, die fest mit dem Eintrittsrand 1 und dem Austrittsrand 2 verbunden ist. Der Eintrittsrand 1 und der Austrittsrand 2 sind gegeneinander in der geometrischen Drehachse 4 beweglich verbunden.

20

Die Schaufel weist eine konkave Flanke oder Innenseite 5 auf, die von vorne nach hinten der Schaufel durch eine Flanke 6 des Eintrittsrandes 1, eine Flanke 7 der elastischen Verbindung 3 und eine Flanke 8 des Austrittsrandes 2 gebildet wird, wobei die Flanke 7 des Austrittsrandes 3 eine regelmäßige Krümmung in der Verlängerung der Flanken 6 bzw. 8 des Eintrittsrandes 1 bzw. des Austrittsrandes 2 aufweist, um einen regelmäßigen Fluidstrom längs der Innenseiten 5 zu gewährleisten.

25

In gleicher Weise weist die Schaufel eine konvexe Flanke oder Außenseite 9 auf, die von vorne nach hinten der Schaufel durch eine Flanke 10 des Eintrittsrandes 1, eine Flanke 11 der elastischen Verbindung 3 und eine Flanke 12 des Austrittsrandes 2 gebildet wird, wobei die Flanke 11 der elastischen Verbindung 3 eine regelmäßige Krümmung in der Verlängerung der Flanken 10 und 12 des Eintrittsrandes 1 bzw. des Austrittsrandes 2 aufweist, um einen regelmäßigen Fluidstrom längs der Außenseite 9 zu gewährleisten.

30

Der Eintrittsrand 1 weist zwei Lippen 13 und 14 auf, die in zwei weitere Rillen der elastischen Verbindung 3 eindringen, wobei die Rillen eine zu den Lippen 17 und 18 genau komplementäre Form aufweisen und mit diesen eine Kontaktfläche bilden, die zur Verklebung der elastischen Verbindung 3 auf den Austrittsrand 2 verwendet wird.

35



Es ist ersichtlich, daß diese Anordnung die Klebefläche und daher die Haltbarkeit der Klebung verbessert. Diese Vorrichtung erleichtert weiterhin die Positionierung vor und während der Verklebung der elastischen Verbindung 3 bezüglich des Eintrittsrand 1 und des Austrittsrand 2.

5

Die Lippen 13, 14, 17 und 18 erstrecken sich vorzugsweise über die gesamte Höhe der elastischen Verbindung 3 in Berührung mit dem Eintrittsrand 1 und dem Austrittsrand 2.

Die Schaufel weist ein Verhältnis  $la/e = 16$  auf, wobei:

10  $la$  die Breite der Schaufel zwischen dem Ende des Eintrittsrandes und dem Ende des Austrittsrandes ist, und  
 $e$  die Dicke der Schaufel ist.

15

Für eine Veränderung des Neigungswinkels des Austrittsrandes von 0 bis  $66^\circ$  ist ein Verhältnis  $le/e = 4$  geeignet, wobei:

$le$  die Länge des Raums zwischen dem Eintrittsrand und dem Austrittsrand ist, und  
 $e$  die Dicke der Schaufel ist.

20

Um Kräfte zu vermeiden, die das Abreißen der Klebeverbindungen zur Folge haben könnten, ist die Breite der elastischen Verbindung 3 leicht vergrößert, so daß diese Verbindung zwischen dem Eintrittsrand 1 und dem Austrittsrand 2 komprimiert wird. Die Kompression muß indessen bei starken Krümmungen der Schaufel 0 oder sogar negativ sein, um zu verhindern, daß ein Verschieben der elastischen Verbindung 3 auf Seiten der Außenseite 9 hervorgerufen wird.

25

Der Eintrittsrand 1 weist eine Einrichtung 21 auf, die die interne Zirkulation eines Fluids 22 zur Entreifung ermöglicht. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird diese Einrichtung 21 durch einen Hohlraum 21A gebildet, der sich über die gesamte Höhe des Eintrittsrandes 1 erstreckt.

30

Der Austrittsrand 2 weist eine Einrichtung 23 zur internen Zirkulierung des Fluids zur Entreifung auf. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist diese Einrichtung 23 einen Hohlraum 23A auf, der an die elastische Verbindung 3 angrenzt und als Sammelraum dient, sowie mehrere Leitungen 23B, deren eines Ende 25 in den Hohlraum 23 und deren anderes Ende 26 auf die Fläche 8 mündet, die die Innenseite des Austrittsrandes 2 bildet.

35

- Die elastische Verbindung 3 weist mehrere Leitungen 27 auf, deren eines Ende 28 zwischen den Lippen 13 und 14 hindurchgeht und in den Hohlraum 22 des Eintrittsrandes 1 mündet, und deren anderes Ende 29 zwischen den Lippen 17 und 18 hindurchgeht und in den Hohlraum 23A des Austrittsrandes 2 mündet. Bei dieser Anordnung geht das Erwärmungsfluid 22 durch die Schaufel hindurch, wobei es den Hohlraum 21 des Eintrittsrands 1, die Leitungen 27 der elastischen Verbindung 3, den Hohlraum 23A der Leitungen 23B des Austrittsrands 2 benutzt, um auf der Fläche 8 des Austrittsrands 2, die die Außenseite 5 bildet, austreten.
- 10 Um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, weist der Eintrittsrand 1 eine Zwischenwand 30 auf, die den Hohlraum 21A auf der Seite der elastischen Verbindung 3 abgrenzt, wobei die Zwischenwand 30 teilweise oder gesamt über die Höhe des Hohlraums 21A erstreckt. Die Zwischenwand 30 weist mehrere Ausnehmungen 31 fluchtend mit den Leitungen 27 auf, um den Durchlaß des Fluids 22 des Hohlraums 21A in die Leitungen 27 zu ermöglichen.
- 15 Die Leitungen 27 weisen vorzugsweise eine Umhüllung 32 auf, die wiederum eine Spiralfeder oder mehrere hintereinander gelegte Ringe aufweist. Diese Hülle 32 verhindert ein Zusammendrücken der Leitungen 27.
- 20 Der Hohlraum 23A des Austrittsrands ermöglicht das Sammeln des Fluids 22, das durch die Leitungen 27 der elastischen Verbindung 3 hindurchgeht und macht daher die Ausrichtung der Leitungen 27 mit den Leitungen 23B des Austrittsrands 2 nicht mehr notwendig.
- 25 Nunmehr wird auf Fig. 2 Bezug genommen. Der Eintrittsrand 1 ist fest mit einem Ende des Lufteintrittsgehäuses 40 der Turbomaschine verbunden und mit dem anderen Ende mit der Nabe 41. Das Lufteintrittsgehäuse 40 und die Nabe 41 sind kreisförmig um die Achse 42 herum vorgesehen und sind miteinander durch die Anordnung der Eintrittsränder 1 der Schaufeln verbunden.
- 30 Der Austrittsrand 2 ist um zwei Schwenkzapfen in der Rotationsachse 4 schwenkbar. Ein Innenschwenkzapfen 43 dreht sich in einer Bohrung 44 in der Nabe 41. Dieser Zapfen 43 weist eine Verdickung 45 gegenüberliegend einem Anschlag 46 auf der Nabe 41 und an dem Eingang der Bohrung 44 auf, wobei dieser Anschlag in Richtung nach außen an der Nabe 41 gedreht ist und die Bohrung 44 umgibt. Ein Lager, das der Einfachheit halber in Fig. 2 nicht dargestellt ist, ist vorteilhafterweise in der Bohrung 44 im Anschlag mit dem Anschlag 46 vorgesehen, um die Drehung des Zapfens 43 und ein Abnützen der Bohrung
- 35

44 und des Anschlags 46 der Nabe 41 zu vermeiden. Der Zapfen 43 ist mit einem Arm 47 mit dem Austrittsrand 2 verbunden.

5 Ein Außenzapfen 50 dreht sich in einer Bohrung 51 des Lufteintrittsgehäuses 40. Dieser Zapfen 50 weist ebenfalls eine Verdickung 52 auf, die gegenüber einem Anschlag 53 an dem Lufteintrittsgehäuse 40 und am Eingang der Bohrung 51 liegt, wobei der Anschlag in Richtung nach innen des Lufteintrittsgehäuses 40 gedreht ist, und die Bohrung 51 umgibt. Wie zuvor gesagt ist vorteilhafterweise ein zweites Lager, das der Einfachheit halber in Fig. 2 nicht dargestellt ist, in der Bohrung 51 in Kontakt mit dem Anschlag 53  
10 vorgesehen. Der Zapfen 50 ist mit dem Austrittsrand 2 mittels eines Außenarms 54 verbunden.

Das Ende des Zapfens 50 tritt aus der Bohrung 51 heraus. Ein Bedienhebel 56 ist an dem Ende des Zapfens 50 eingeschoben und ist mit diesem Zapfen 50 durch eine Schraube 57  
15 und eine Mutter 58 fest verbunden. Die Winkelpositionierung des Hebels 56 bezüglich des Austrittsrands 2 wird beispielsweise durch eine Platte 59 am Ende des Zapfens 50 gewährleistet, wobei die Platte 59 das Gegenstück einer weiteren Platte ist, die nicht dargestellt ist, und die an dem Hebel 56 vorgesehen ist.

20 Der Bedienhebel 56 weist an seinem dem Zapfen 50 abgewandten Ende einen Finger 60 auf, der an dem Hebel 56 beispielsweise durch eine Quetschverbindung 61 gehalten ist. Dieser Finger 60 ist in dem Steuerring der Schaufeln 62 verschiebbar und radial schwenkbar und wiederum durch mehrere Kufen 63 in Drehrichtung geführt, die eine Ringfläche 64 um das Lufteintrittsgehäuse 40 längs der Achse 42 in Berührung stehen.

25 Das Lufteintrittsgehäuse 40 weist mehrere Schaufeln auf, die mit denen identisch sind, die soeben beschrieben wurden und es ist ersichtlich, daß eine Winkelbewegung dieses Steuerrings 62 um die Achse 42 ein gleichmäßiges Schwenken des Austrittsrands 2 jeder Schaufel um ihre Schwenkachse 4 herum hervorruft.

30 Der Hohlraum 21A des Eintrittsrands 1 ist seitens des Lufteintrittsgehäuses 40 offen und seitens der Nabe 41 geschlossen. Das Kühlfluid 22 wird in den Hohlraum 21A durch dessen offene Seite eingeführt, geht durch die Ausnehmungen 31 der Verstärkungs-Zwischenwand 30 hindurch, geht durch die elastische Verbindung 3 durch die Leitungen  
35 27 hindurch, vermischt sich in dem Hohlraum 23A des Austrittsrands 2, verteilt sich in jeder der Leitungen 23B des Austrittsrands 2, um schließlich an der Innenseite durch die Öffnungen 26 auszutreten.

Zwischen der elastischen Verbindung 3 und dem Arm 47, der den Innenzapfen 43 des Austrittsrandes 2 trägt, ist ein Spielraum gelassen. Ein ähnliches Spiel 66 ist zwischen der elastischen Verbindung 3 und dem Arm 54 gelassen, der den Außenzapfen 50 des Austrittsrandes 2 trägt. Dieses Spiel 65 und 66 vermeidet bei dem Schwenken des Austrittsrandes 2 eine parasitäre Reibung zwischen der elastischen Verbindung 3 und den Armen 47 und 54, wobei solche Reibungen ungewünschte Deformationen der elastischen Verbindung 3 hervorrufen könnten.

Dieses Spiel 65 und 66 nehmen ab und sind 0 oder sogar negativ in der Nähe des Hohlraums 23A des Austrittsrandes 2, um eine Dichtung dieses Hohlraums 23A zu gewährleisten und somit einen Verlust des Erwärmungsfluids 22 zu verhindern.

Um die schwenkbaren Austrittsränder 2 anbringen zu können, bestehen das Lufteintrittsgehäuse 40 und die Nabe 41 aus zwei Bestandteilen 40A-40B bzw. 41A-41B, die durch eine konische Entwicklungsfläche getrennt sind, deren Achse die Achse 42 der Nabe 41 ist, und deren Spitze 67 der Schnittpunkt der Achse 4 zum Verschwenken der Schaufel und der Achse 42 ist, wobei die konische Entwicklungsfläche durch die Achsen 4 zum Verschwenken der Schaufeln hindurchgeht und somit das Öffnen der Bohrungen 44 und 51 in zwei Bestandteile ermöglicht, in denen die Zapfen 50 und 43 des Austrittsrandes 2 sich drehen.

Die Montage erfolgt also in der folgenden Weise:

- 1) Verklebung der elastischen Verbindungen 3 an den Austrittsrändern 2.
- 2) Verklebung der Anordnungen elastische Verbindungen - Austrittsrand mit den Eintrittsrändern 1, nachdem die Zapfen 43 und 50 in den offenen Bohrungen 44 und 51 angeordnet wurden.
- 3) Montage und Verschraubung des Teils 40B des Lufteintrittsgehäuses 40 mit dem Teil 40A.
- 4) Montage und Verschraubung des Teils 41B der Nabe 41 mit dem Teil 41A.

Die Klebemittel und die Klebetechniken, die verwendet werden, sind für den Fachmann gut bekannt, in dem vorliegenden Fall wurde der Kaltkleber RTV 732 von Rhône-Poulenc verwendet.

Die elastische Verbindung 3 ist gegossen, wobei die Hüllen 32 der Leitungen 27 der elastischen Verbindung 3 in der Gußform vor dem Spritzgießen des Elastomers positioniert werden.



Wenn die elastische Verbindung 3 einen gleichmäßigen Querschnitt aufweist und wenn sie keine Leitungen 27 aufweist, wird sie vorzugsweise in einem Profil geschnitten.

5 Das verwendete Elastomer ist ein Elastomer auf Silikonbasis, das eine Maximaltemperatur von 315°C verträgt, was mit der Betriebstemperatur von 200°C kompatibel ist, beispielsweise RP 60 THT von Rhône-Poulenc.

Es ist ersichtlich, daß die Lufteintritts-Leitschaufel, die soeben beschrieben wurde, nur ein Ausführungsbeispiel darstellt, das die Erfindung in keinster Weise begrenzt.

10

Beispielsweise kann die Schaufel einen beweglichen Eintrittsrand 1 und einen schwenkbaren Austrittsrand 2 oder einen Eintrittsrand 1 und einen Austrittsrand 2 aufweisen, die beide schwenkbar sind.

15 Im Rahmen der Erfindung sind auch hinsichtlich der Fluid-Zirkulationseinrichtungen 21 und 23 bzw. des Eintrittsrandes 1 und des Austrittsrandes 2 verschiedene Abänderungen möglich, wie beispielsweise eine dichte Leitung, die die Zurückgewinnung des Kühl- oder Erwärmungs-Fluids, das durch die Schaufel hindurchgegangen ist, für eine weitere Verwendung ermöglicht. In dem komplizierten Fall beispielsweise einer Schaufel mit  
20 einem Eintrittsrand und einem Austrittsrand, die beide schwenkbar sind, kann das Fluid in dem Eintrittsrand durch einen der Zapfen eingespritzt werden, durch den Eintrittsrand hindurchgehen, durch die elastische Verbindung hindurchgehen, in den Austrittsrand übergehen, um durch einen anderen Drehzapfen auszutreten, um für eine weitere Verwendung wiedergewonnen zu werden, beispielsweise für eine Entreifung des vorderen  
25 Bereichs der Nabe 41.

Das verwendete Elastomer ist vorzugsweise ein Elastomer auf Silikonbasis. Indessen und je nach Temperatur- und Umgebungsbedingungen können auch Fluor- oder Fluorsilikon-Elastomere verwendet werden. Das verwendete Elastomer weist vorzugsweise eine Shore-  
30 Härte zwischen 40 und 70 gemäß der Norm ISO 48-1979 (F) auf.

Ansprüche

5

1. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung, die einen Eintrittsrand (1) und einen Austrittsrand (2) aufweist, die gegeneinander in der Höhenrichtung der Schaufel um eine geometrische Drehachse (4) gelenkig verbunden sind, wobei die Schaufel eine innere Bogenfläche (5) aufweist, die durch eine Flanke (6) der Eintrittskante (1) und eine Flanke (8) der Austrittskante (2) festgelegt wird, wobei die Schaufel weiterhin eine äußere Wölbfläche (9) aufweist, die durch die andere Flanke (10) der Eintrittskante (1) und die anderen Flanke (12) der Austrittskante (2) definiert ist, wobei die Schaufel zwischen der Eintrittskante (1) und der Austrittskante (2) einen Raum aufweist, in dessen Inneren eine Verbindung (3) aus einem elastischen Material vorgesehen ist, wobei die Verbindung (3) fest einerseits mit der Eintrittskante (1) und andererseits mit der Austrittskante (2) verbunden ist,

15

dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung (3) aus einem Stück besteht und eine Flanke (7) in der Fortführung der Flanken (6, 8), die die Innenseite der Wölbung (5) festlegen, sowie eine Flanke (11) in der Fortführung der Flanken (10, 12) aufweist, die die Außenseite der Wölbung festlegen.

20

2. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elastische Verbindung (3) den Raum zwischen der Eintrittskante (1) und der Austrittskante (2) füllt.

25

3. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bindung der elastischen Verbindung (3) mit der Eintrittskante (1) bzw. der Austrittskante (2) durch eine Klebung erfolgt.

30

4. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung (3) ein Elastomer mit einer ISO/Shore-Härte zwischen 40 und 70 ist.

35

5. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung (3) mehrere Kanäle (27) aufweist, die an einem Ende in einen Hohlraum (21A) der Eintrittskante (1) und an ihrem anderen Ende in einen Hohlraum (23A) der Austrittskante (2) münden.

19.05.99

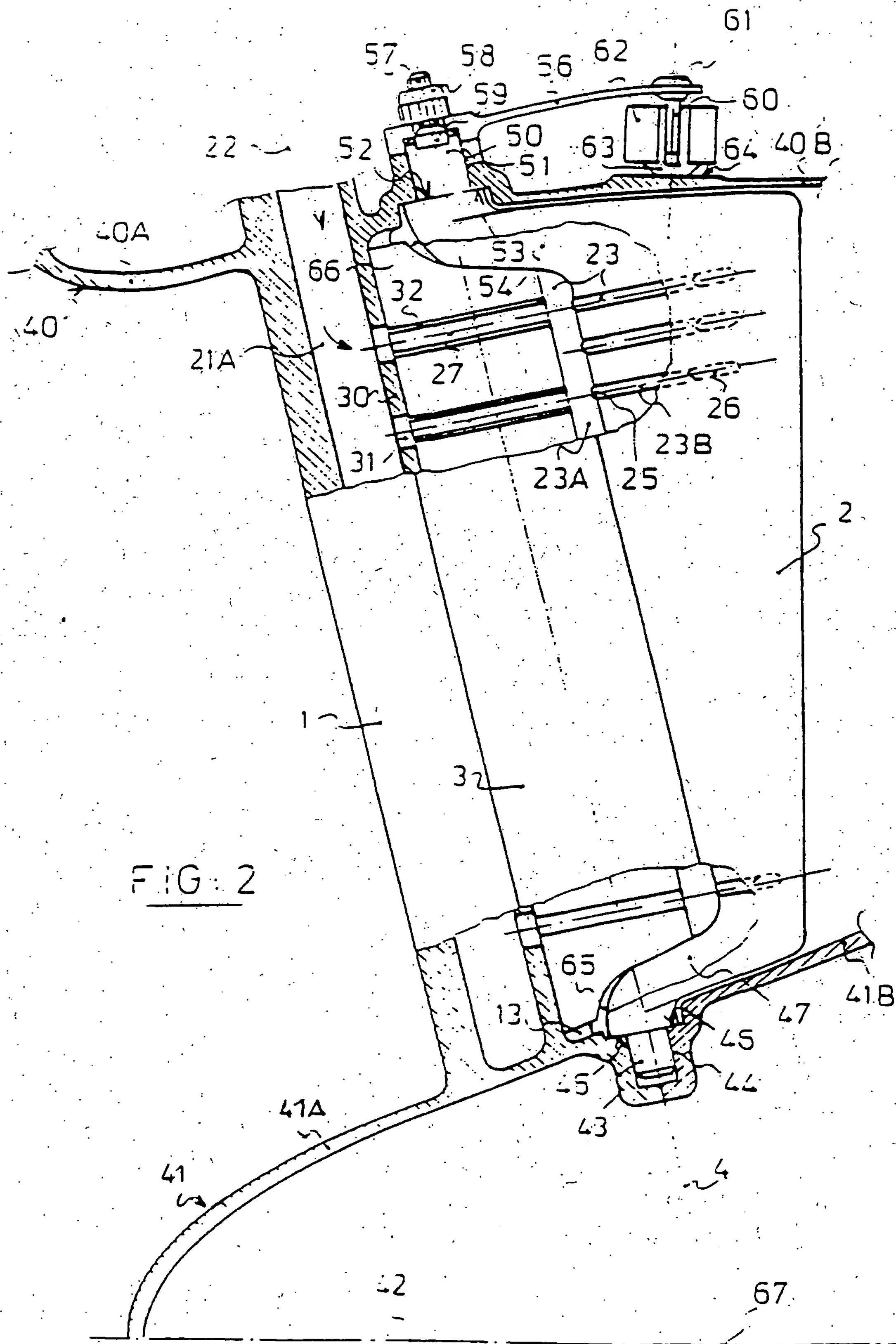
13

6. Turbomaschinenschaufel mit variabler Krümmung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (27) Hüllrohre (32) aufweisen, um ihr Zusammendrücken zu vermeiden.

190698

694 09 717.9-08  
EP 94 401 550.2

1/2

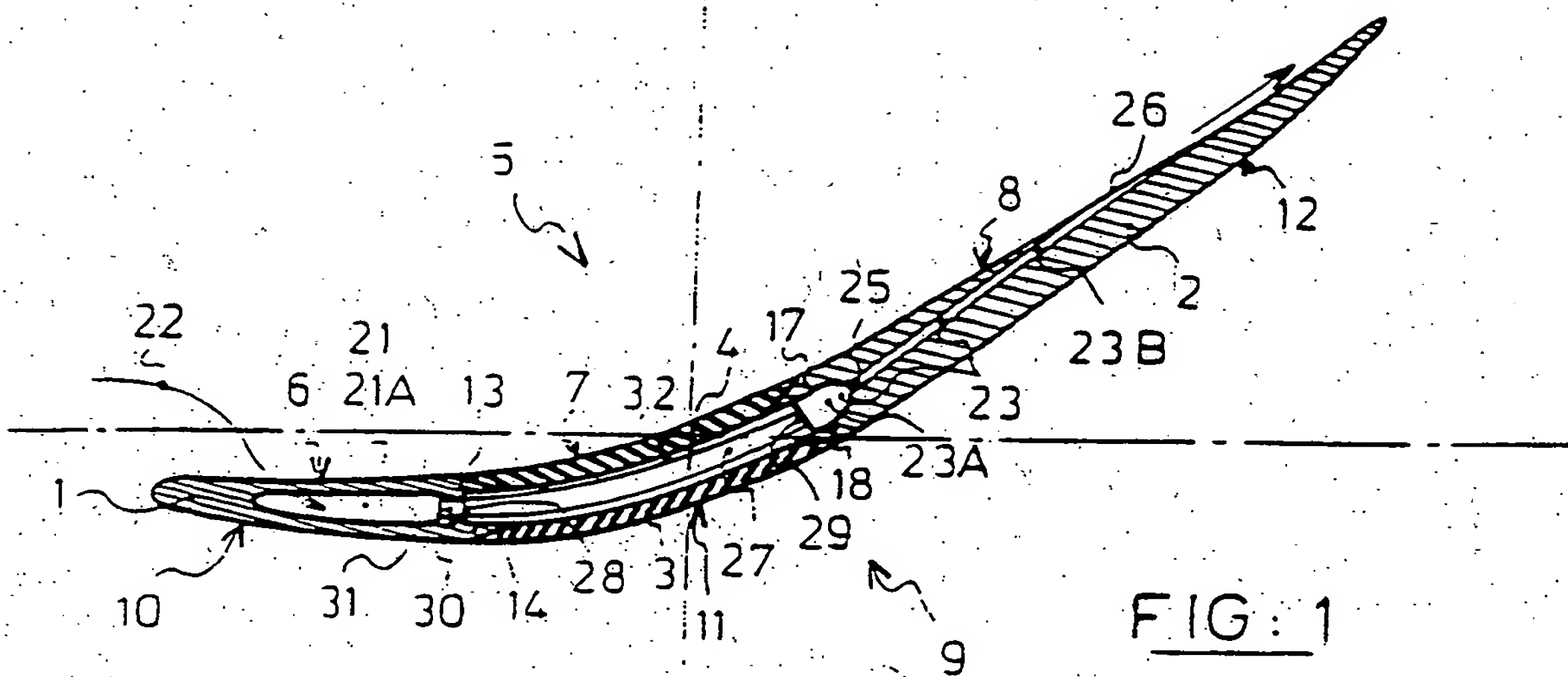




2

19.08.98

212





## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

PATENT CLAIMS: <RTI ID= " 0002.0036 "> i.</RTI> shovel for fluid-flow machines, insbe separates for gas turbines, which is so compound for the much stretching parts from several with the heating up of the shovel verschie that with the temperature of the shovel also their curvature and employment change, thus <RTI ID= " 0002.0037 "> characterized,< /RTI> that the shovel from a being certain cross-beam and in it freely stretch bar fastened, the blade airfoil forming walls is formed, whereby this Wandun towards on sucking and print page of the profile from materials with different warmth coefficients of expansion <RTI ID= " 0002.0038 "> exists.</RTI> 2. Shovel according to requirement <RTI ID= " .0002.ge it marks> 0039 "< i> , /RTI by the fact that to <the RTI ID= " 0002.0040 "> steering element< /RTI> of the shovel deformation heating or cooling equipments for the shovel walls is intended. Considered block letters: German patent specifications <RTI ID= " 0002.0041 "> No.</RTI> 559 <RTI ID= " 0002.0042 "> 67d.,< /RTI> 700,586.